

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer : 0 488 987 A1

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer : 91890231.3

51 Int. Cl.<sup>5</sup> : A61B 5/11

22 Anmeldetag : 01.10.91

30 Priorität : 26.11.90 AT 2397/90  
26.11.90 AT 2398/90

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
03.06.92 Patentblatt 92/23

84 Benannte Vertragsstaaten :  
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE

71 Anmelder : Truppe, Michael, Dr.  
Adolfstorgasse 7  
A-1130 Wien (AT)

72 Erfinder : Truppe, Michael, Dr.  
Adolfstorgasse 7  
A-1130 Wien (AT)

74 Vertreter : Kliment, Peter, Dipl.-Ing. Mag.-jur.  
Singerstrasse 8/3/8  
A-1010 Wien (AT)

54 Verfahren zur Darstellung beweglicher Körper.

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Darstellung beweglicher Körper, bei dem eine optische Darstellung des Körpers und ein dem Körper zugeordnetes Datenfeld gleichzeitig oder alternativ aus der selben Perspektive und im selben Maßstab in Echtzeit dargestellt werden. Das Verfahren besteht aus folgenden Schritten :

— Bereitstellung eines optischen Abbildungssystems bestehend aus Kamera und Monitor ;

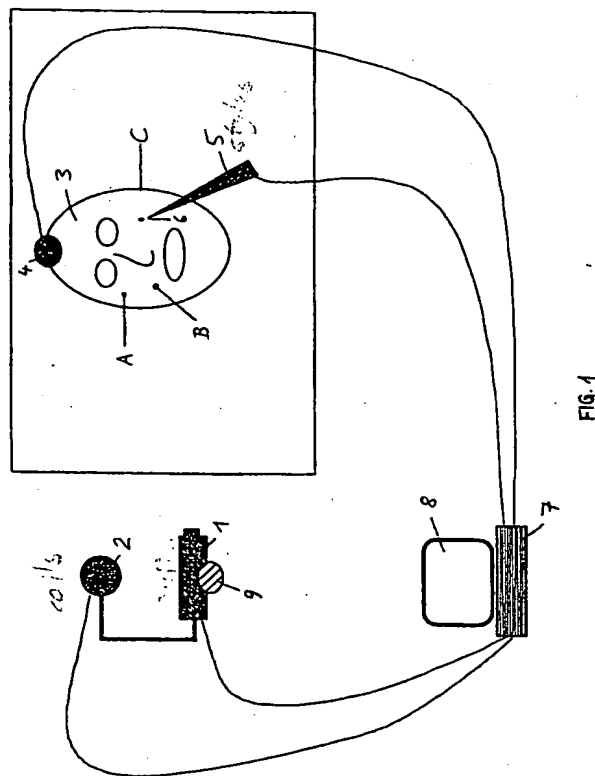
— Zuordnung eines räumlichen Datenfeldes zu dem in einer bestimmten Lage befindlichen Körper ;

— fortgesetzte Erfassung der räumlichen Position des Körpers ;

— fortgesetzte Berechnung einer Darstellung des Datenfeldes, die jeweils der Lage des Körpers entspricht ;

— gleichzeitige oder alternative Darstellung des optischen Bildes und des Datenfeldes am Monitor.

Weiters betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.



EP 0 488 987 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Darstellung beweglicher Körper.

Es ist in der Technik und in der Medizin oftmals erforderlich, die optische Darstellung von Objekten mit zusätzlichen Informationen anzureichern oder verschiedene Darstellungen eines Gegenstandes miteinander zu kombinieren.

5 So ist es beispielsweise bei der Durchführung bestimmter Operationen am menschlichen Körper üblich und notwendig, präoperative Bilder mit intraoperativen Bildern zu vergleichen. Bei diesen Bildern kann es sich um zweidimensionale Röntgenaufnahmen, Tomographien, Ultraschalldarstellungen oder Kernspintomographien handeln.

10 Um zwei solcher Darstellungen in Übereinstimmung zu bringen ist es nun möglich, eine gewisse Anzahl anatomisch charakteristischer Punkte zu identifizieren und deren Koordinaten in den beiden Darstellungen festzustellen. Danach kann man die sechs Parameter einer Festkörpertransformation, nämlich drei translatorische und drei rotatorische Parameter sowie gegebenenfalls einen Skalierungsfaktor berechnen. Damit ist es möglich, eine der beiden Darstellungen so zu drehen und zu verschieben, daß beide Bilder aus der selben Perspektive und im selben Maßstab angezeigt werden können. Dieser Prozeß wird als "Matching" bezeichnet.

15 Die Identifikation der charakteristischen Punkte ist bei diesem Verfahren aufwendig und fehleranfällig. Außerdem können damit stets nur zwei Einzelbilder ex post verglichen und dargestellt werden.

20 Um nun das Matching zu vereinfachen wurde vorgeschlagen, am zu untersuchenden Objekt gewisse Markierungen anzubringen, die in beiden Darstellungen sichtbar und leicht identifizierbar sind. Dies können Sonden aus einem passenden Material sein, deren Position auf Röntgenaufnahmen leicht feststellbar ist. Im Fall von optischen Darstellungen kann es sich um Farbmarkierungen auf der Hautoberfläche handeln. Auch damit ist nur eine ex post Darstellung zweier Einzelbilder möglich.

25 Um nun eine optische Darstellung eines Gegenstandes mit anderen Darstellungen, bei denen es sich wie oben erwähnten zweidimensionale Röntgenaufnahmen, Tomographien, Ultraschalldarstellungen oder Kernspintomographien oder dgl. handeln kann, zu kombinieren, ist es im Prinzip möglich, zunächst ein dreidimensionales Modell der Oberfläche des Körpers zu schaffen und abzuspeichern. Dieses Modell kann nun in der oben erläuterten Weise etwa mit den Daten einer Kernspintomographie gematcht werden. Danach ist es möglich, den Körper aus einer beliebigen Perspektive optisch darzustellen und gleichzeitig Daten aus der Tomographie passend einzublenden. Die optische Darstellung wird dabei aus dem Modell errechnet.

30 Ein solches Verfahren ist sehr aufwendig, da sowohl ein großer Speicherplatzbedarf besteht als auch ein enorme Rechnerleistung erforderlich ist. Außerdem ist auch hier keine Darstellung in Echtzeit möglich.

Aus der AT-B 384 544 ist ein Verfahren zur Positionsbestimmung von Körperteilen bekannt. Dabei wird mittels Ultraschallsensoren die jeweilige Lage bestimmt, um die Gelenksbeweglichkeit festzustellen. Es handelt sich dabei jedoch um ein rein rechnerisches Verfahren, das keine bildliche Darstellung erlaubt und deshalb unanschaulich ist.

35 Der gleiche Nachteil trifft auch für die in der DE-C 34 06 179 beschriebene Vorrichtung zu.

Die US-A 4,197,855 beschreibt eine Vorrichtung zur Messung der Bewegung des menschlichen Unterkiefers, bei der ein winkelförmiger Permanentmagnet zur Bestimmung der räumlichen Position dient. Auch hier ist eine bildgebende Weiterverarbeitung nicht vorgesehen.

40 Aus der DE-A 38 07 578 ist es bekannt, einzelne Punkte auf einem menschlichen Kopf mit Hilfe von Videokameras zu vermessen. Die zu vermessenden Punkte werden dabei gemeinsam mit am Kopf angebrachten Bezugspunkten in einem stehenden Bild aufgenommen und elektronisch erfaßt. Eine optische Darstellung ist nicht einmal für stehende Einzelbilder vorgesehen. Umso weniger ist eine Darstellung in Echtzeit nahegelegt.

45 Aufgabe der Erfindung ist es, diese Nachteile zu vermeiden und ein Verfahren zu schaffen, das es in einfacher Weise ermöglicht, optische Darstellungen in anschaulicher Weise mit anderen Daten zu kombinieren in übersichtlicher Weise darzustellen.

Bei erfindungsgemäßen Verfahren ist vorgesehen, daß eine optische Darstellung des Körpers und ein dem Körper zugeordnetes Datenfeld gleichzeitig oder alternativ aus der selben Perspektive und im selben Maßstab in Echtzeit dargestellt werden. Dies bedeutet, daß sich der Körper im Aufnahmebereich frei bewegen kann. Dabei wird er in Echtzeit - also gleichzeitig - auf einer Anzeigevorrichtung dargestellt. Ein gespeichertes Datenfeld wird mit der Bewegung des Körpers mitgeführt und kann ebenfalls dargestellt werden. Auf diese Weise wird ein großes Maß an Anschaulichkeit erreicht.

Vorzugsweise wird das erfindungsgemäße Verfahren in folgenden Schritten durchgeführt:

- Bereitstellung eines optischen Abbildungssystems bestehend aus Kamera und Monitor;
  - Zuordnung eines räumlichen Datenfeldes zu dem in einer bestimmten Lage befindlichen Körper;
  - 55 - fortgesetzte Erfassung der räumlichen Position des Körpers;
  - fortgesetzte Berechnung einer Darstellung des Datenfeldes, die jeweils der Lage des Körpers entspricht;
  - gleichzeitige oder alternative Darstellung des optischen Bildes und des Datenfeldes am Monitor.
- Es ist möglich, daß als Datenfeld die Position anatomisch charakteristischer Punkte, eine Röntgentomo-

graphie, eine Kernspintomographie, eine Ultraschalldarstellung oder dgl. verwendet wird.

Die Position von anatomisch charakteristischen Punkten kann etwa durch einen 3D-Digitizerstylus, also einen Magnetgriffel, erfaßt werden. Dabei wird mit der Spitze des Stylus der betreffende Punkt markiert und gleichzeitig durch Betätigung der Eingabetaste die Bestimmung der genauen Position ausgelöst. Es ist klar, daß dadurch nur an der Körperoberfläche liegende Punkte markiert werden können.

Wenn Punkte, die im Körperinneren liegen, wie zum Beispiel charakteristische Punkte von Knochen, als Datenpunkte herangezogen werden sollen, so kann man diese etwa durch stereophotometrische Vermessung auf Röntgenaufnahmen ermitteln. Ein Anwendungsfall hierfür ist die Vermessung von Gelenkbewegungen. Dabei werden zunächst zwei oder mehr Röntgenaufnahmen der entsprechenden Gliedmaße mit auf der Hautoberfläche angebrachten Sensoren hergestellt. Vorzugsweise sind die Bildebenen dieser Aufnahmen zueinander rechtwinkelig. dadurch ist es möglich, die Koordinaten von charakteristischen Punkten zu bestimmen.

In einer bevorzugten Variante des Verfahrens ist vorgesehen, daß zur Erfassung der Lage des Körpers ein 3D-Sensor, vorzugsweise ein Magnet-Sensor, fest mit dem Körper verbunden wird. Die laufende Ermittlung der Lage des Körpers ist damit in einfacher Weise möglich.

Das Datenfeld braucht sich jedoch nicht auf die Position von Punkten des Körpers selbst zu beschränken. Als Datenfeld kann ein Röntgenbild verwendet werden, dessen Position zum Körper dadurch bestimmt wird, daß bei der Röntgenaufnahme ein 3D-Sensor fest mit dem Körper und ein weiterer solcher Sensor mit der Röntgenkassette verbunden ist. Das gewöhnliche zweidimensionale Röntgenbild wird einer Ebene außerhalb des Körpers zugeordnet, z.B. der Ebene, in der sich bei der Aufnahme der Röntgenfilm befunden hat. Dieses Röntgenbild stellt dann das Datenfeld dar und es ist möglich, den Körper eines Patienten mit dessen Röntgenbild so darzustellen, als ob das Röntgenbild fest mit ihm verbunden wäre.

In analoger Weise kann auch als Datenfeld eine Ultraschalldarstellung verwendet werden, deren Position zum Körper dadurch bestimmt wird, daß bei der Beschallung ein 3D-Sensor, vorzugsweise ein Magnet-Sensor, fest mit dem Körper und ein weiterer solcher Sensor mit dem Ultraschallkopf verbunden ist.

Bei einer bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, daß zur Erfassung der Lage des Körpers ein 3D-Sensor, vorzugsweise ein Magnet-Sensor, fest mit dem Körper verbunden wird. Ein solcher Sensor besteht aus einem kleinen Magneten, der nicht nur die Ermittlung seiner räumlichen Position, sondern auch die Bestimmung seiner Winkellage erlaubt.

Es ist möglich, daß das optische Bild mit der Darstellung des Datenfeldes am Bildschirm überlagert wird. Dabei ist es möglich, daß dieses Datenfeld in die optische Darstellung eingeblendet wird. Es ist jedoch auch möglich, daß zwischen optischer Darstellung und der Datendarstellung hin und her geschaltet werden kann. Dem Anwender sind dadurch vielfältige Möglichkeiten geboten, sich sowohl eine anschauliche Darstellung zu verschaffen, als auch eine optimale Grundlage für eine exakte Vermessung von Körperteilen zu erhalten.

Besonders günstig ist es, wenn das optische Bild und die Darstellung des Datenfeldes am Bildschirm in unterschiedlichen Fenstern angezeigt werden. Diese Fenster können vom Benutzer in an sich bekannter Weise verschoben, übereinandergelegt, gezoomt oder ausgeblendet werden.

In einer besonders begünstigten Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, daß ein Teil des darstellbaren Datenfeldes aus einer willkürlich wählbaren gedachten Achse besteht und daß diese Achse durch folgende Schritte gewonnen wird:

- Darstellung des Körpers als stehendes Bild in mindestens zwei Stellungen;
- Bereitstellung der Möglichkeit durch den Benutzer das Bild der Achse in die stehenden Bilder einzuzichnen;
- Berechnung der räumlichen Lage der Achse;
- gemeinsame Darstellung der Achse mit dem in Echtzeit beweglich dargestellten Körper.

Soll beispielsweise in das Bild eines menschlichen Oberschenkels die Achse des Femurs eingeblendet werden, so wird folgendermaßen vorgegangen: Zunächst wird der Lagesensor auf eine durch Weichteilbewegungen möglichst wenig beeinflusste Hautpartie aufgeklebt. Dann werden mit der Videokamera Einzelbilder aufgenommen und gleichzeitig oder hintereinander am Bildschirm angezeigt. Durch den Lagesensor ist dabei die Position des Körperteils im Zeitpunkt der Aufnahme des Bildes bekannt. Der Benutzer kann dann etwa mit Hilfe einer Maus in jedes Einzelbild eine Achse einzeichnen. Für den Rechner stellt dies die Projektion einer im dreidimensionalen Raum befindlichen Achse auf die Bildebene dar. Wenn diese Achse in zwei verschiedenen Darstellungen, beispielsweise in einer Vorderansicht und einer Seitenansicht erfolgt ist, kann damit die räumliche Position bestimmt werden.

Es hat sich in diesem Zusammenhang als günstig herausgestellt, wenn etwa vier Einzelbilder nebeneinander in jeweils einem Fenster dargestellt werden. Der Benutzer jedes dieser Bilder zum Eintragen oder Ändern der Achse benutzen. Sobald die räumliche Lage der Achse bestimmbar ist, wird diese auch für die übrigen Bilder berechnet und angezeigt. Somit ist eine genaue Kontrolle der Eingabe möglich.

In gleicher Weise ist es möglich, daß ein Teil des darstellbaren Datenfeldes aus einem willkürlich wählbaren

Koordinatensystem besteht, dessen Achsen in der oben definierten Art gewonnen werden. Nach der räumlichen Festlegung einer Achse eines orthogonalen Koordinatensystems braucht lediglich eine weitere Achse in einem Bild eingetragen werden, um die Lage zu definieren.

Nach der Eingabe berechnet das Programm die Lage der Achse bzw. der Achsen in Bezug auf den Lagesensor und ist damit in der Lage, in jede Darstellung des Körperteils diese Achse einzublenden, sodaß sich diese mit dem Körperteil mitbewegt.

Die eingeblendete Achse, bzw. das Koordinatensystem kann an sich schon das Datenfeld im Sinne der Erfindung darstellen oder zusätzlich zu einer Röntgentomographie o. dgl. angezeigt werden.

Weiters betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Darstellung beweglicher Körper. Erfindungsgemäß besteht diese Vorrichtung aus:

- einer Kamera;
- einem Monitor;
- einem Lagesensor, der mit dem darzustellenden Körper fest verbunden ist und die Bestimmung der jeweiligen Lage des Körpers ermöglicht;
- Mitteln, die die gleichzeitige oder alternative Darstellung des optischen Bildes und des Datenfeldes am Monitor ermöglichen.

Bei diesen letztgenannten Mitteln handelt es sich im allgemeinen um einen Computer, der die erforderlichen Berechnungen durchführt. Bei diesen Berechnungen ist der räumliche Abstand zwischen dem Brennpunkt der Kameraoptik und dem Ausgangspunkt des für den Lagesensor verwendeten Feldes, also etwa des von einem Magnetfeldemittor erzeugten magnetischen Feldes zu berücksichtigen. Weiters geht die relative Lage der Punkte des Datenfeldes in Bezug auf den Lagesensor in die Berechnung ein. An Stelle eines Computers kann jedoch auch ein entsprechend programmierter Mikroprozessor diese Berechnungen durchführen.

Eine besonders einfache und leicht realisierbare Ausführungsvariante der Erfindung ist dadurch gegeben, daß als Monitor der Bildschirm eines Personal Computers eingesetzt wird, wobei die Kamera am Videoeingang angeschlossen ist und das Datenfeld über den Personal Computer in einen weiten Eingang eingespielt wird. Dabei wird der aus der Aufnahme der optischen Bilder stammende Datenstrom vollständig am Computer vorbeigelenkt und belastet dessen Verarbeitungskapazität überhaupt nicht. Dadurch steht die gesamte Rechenleistung für die zusätzliche Darstellung des Datenfeldes zur Verfügung.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines in der Figur dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Eine Videokamera 1 ist fest mit einem Magnetfeldemittor 2 verbunden. Dieser Magnetfeldemittor 2 besteht im wesentlichen aus einer Spule, die an einen elektrischen Stromkreis angeschlossen ist und ein magnetisches Feld erzeugt. Am Kopf 3 des Patienten ist ein Magnetsensor 4 angebracht. Dieser Magnetsensor besteht ebenfalls aus Spulen, in denen durch das vom Magnetfeldemittor 2 erzeugte Feld Ströme induziert werden. Durch Messung dieser Ströme kann man die Position des Magnetsensors 4 auf etwa einen Millimeter genau bestimmen.

Mit einem Magnetgriffel 5 werden drei Meßpunkte A, B und C markiert. Auch im Magnetgriffel 5 sind wie beim Magnetsensor 4 Spulen zur Lageerkennung vorgesehen. Die Markierung erfolgt in der Weise, daß die Spitze 6 des Griffels an den entsprechenden Punkt gebracht wird und dann eine Auslösetaste betätigt wird. Der Computer 7 speichert die momentane Position der Spitze 6 als Datenpunkt. Auf dem Monitor 8 des Computers 7 wird der Kopf 3 zusammen mit den Datenpunkten A, B und C dargestellt. Dabei ist es möglich diese Datenpunkte auch dann darzustellen, wenn sie als reale Punkte nicht sichtbar wären, weil sie sich gerade auf der der Kamera abgewandten Seite des Kopfes befinden. Auch die Position anderer verdeckter Punkte ist dabei darstellbar. So kann mit dem Griffel 5 die Position eines bestimmten Zahnes markiert werden, der dann auch bei geschlossenem Mund lokalisiert werden kann. Falls sich dieser Zahn auf der unteren Zahnreihe befindet, muß jedoch die Stellung des Unterkiefers zusätzlich erfaßt werden. Dies ist durch die Anbringung eines nicht dargestellten weiteren Sensors möglich.

Wenn an der Kamera 1 ein zusätzlicher Magnetsensor 9 angebracht ist, so kann eine starre Kopplung zwischen der Kamera 1 und dem Magnetfeldemittor 2 entfallen. Der Computer 7 berücksichtigt dann die variable Versetzung zwischen Kamera 1 und Magnetfeldemittor 2.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Darstellung beweglicher Körper, bei dem eine optische Darstellung des Körpers und ein dem Körper zugeordnetes Datenfeld gleichzeitig oder alternativ aus der selben Perspektive und im selben Maßstab in Echtzeit dargestellt werden.

2. Verfahren zur Darstellung beweglicher Körper, bestehend aus folgenden Schritten:
  - Bereitstellung eines optischen Abbildungssystems bestehend aus Kamera und Monitor;
  - Zuordnung eines räumlichen Datenfeldes zu dem in einer bestimmten Lage befindlichen Körper;
  - fortgesetzte Erfassung der räumlichen Position des Körpers;
  - fortgesetzte Berechnung einer Darstellung des Datenfeldes, die jeweils der Lage des Körpers entspricht;
  - gleichzeitige oder alternative Darstellung des optischen Bildes und des Datenfeldes am Monitor.
3. Verfahren zur Darstellung eines menschlichen oder tierischen Körpers nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Datenfeld die Position anatomisch charakteristischer Punkte, eine Röntgentomographie, eine Kernspintomographie, eine Ultraschalldarstellung oder dgl. verwendet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erfassung der Lage des Körpers ein 3D-Sensor, vorzugsweise ein Magnet-Sensor, fest mit dem Körper verbunden wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Datenfeld ein Röntgenbild verwendet wird, dessen Position zum Körper dadurch bestimmt wird, daß bei der Röntgenaufnahme ein 3D-Sensor fest mit dem Körper und ein weiterer solcher Sensor mit der Röntgenkassette verbunden ist.
6. Verfahren nach Anspruch 4; dadurch gekennzeichnet, daß als Datenfeld eine Ultraschalldarstellung verwendet wird, deren Position zum Körper dadurch bestimmt wird, daß bei der Beschallung ein 3D-Sensor, vorzugsweise ein Magnet-Sensor, fest mit dem Körper und ein weiterer solcher Sensor mit dem Ultraschallkopf verbunden ist.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das optische Bild mit der Darstellung des Datenfeldes am Bildschirm überlagert wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das optische Bild und die Darstellung des Datenfeldes am Bildschirm in unterschiedlichen Fenstern angezeigt werden.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil des darstellbaren Datenfeldes aus einer willkürlich wählbaren gedachten Achse besteht und daß diese Achse durch folgende Schritte gewonnen wird:
  - Darstellung des Körpers als stehendes Bild in mindestens zwei Stellungen;
  - Bereitstellung der Möglichkeit durch den Benutzer das Bild der Achse in die stehenden Bilder einzuzichnen;
  - Berechnung der räumlichen Lage der Achse;
  - gemeinsame Darstellung der Achse mit dem in Echtzeit beweglich dargestellten Körper.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil des darstellbaren Datenfeldes aus einem willkürlich wählbaren Koordinatensystem besteht, dessen Achsen in der in Anspruch 9 definierten Art gewonnen werden.
11. Vorrichtung zur Darstellung beweglicher Körper, bestehend aus:
  - einer Kamera (1);
  - einem Monitor (8);
  - einem Lagesensor (4), der mit dem darzustellenden Körper (3) fest verbunden ist und die Bestimmung der jeweiligen Lage des Körpers (3) ermöglicht;
  - Mitteln, die die gleichzeitige oder alternative Darstellung des optischen Bildes und des Datenfeldes am Monitor (8) ermöglichen.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß als Monitor der Bildschirm eines Personal Computers (7) eingesetzt wird, wobei die Kamera (1) am Videoeingang angeschlossen ist und das Datenfeld über den Personal Computer (7) in einen weiten Eingang eingespielt wird.

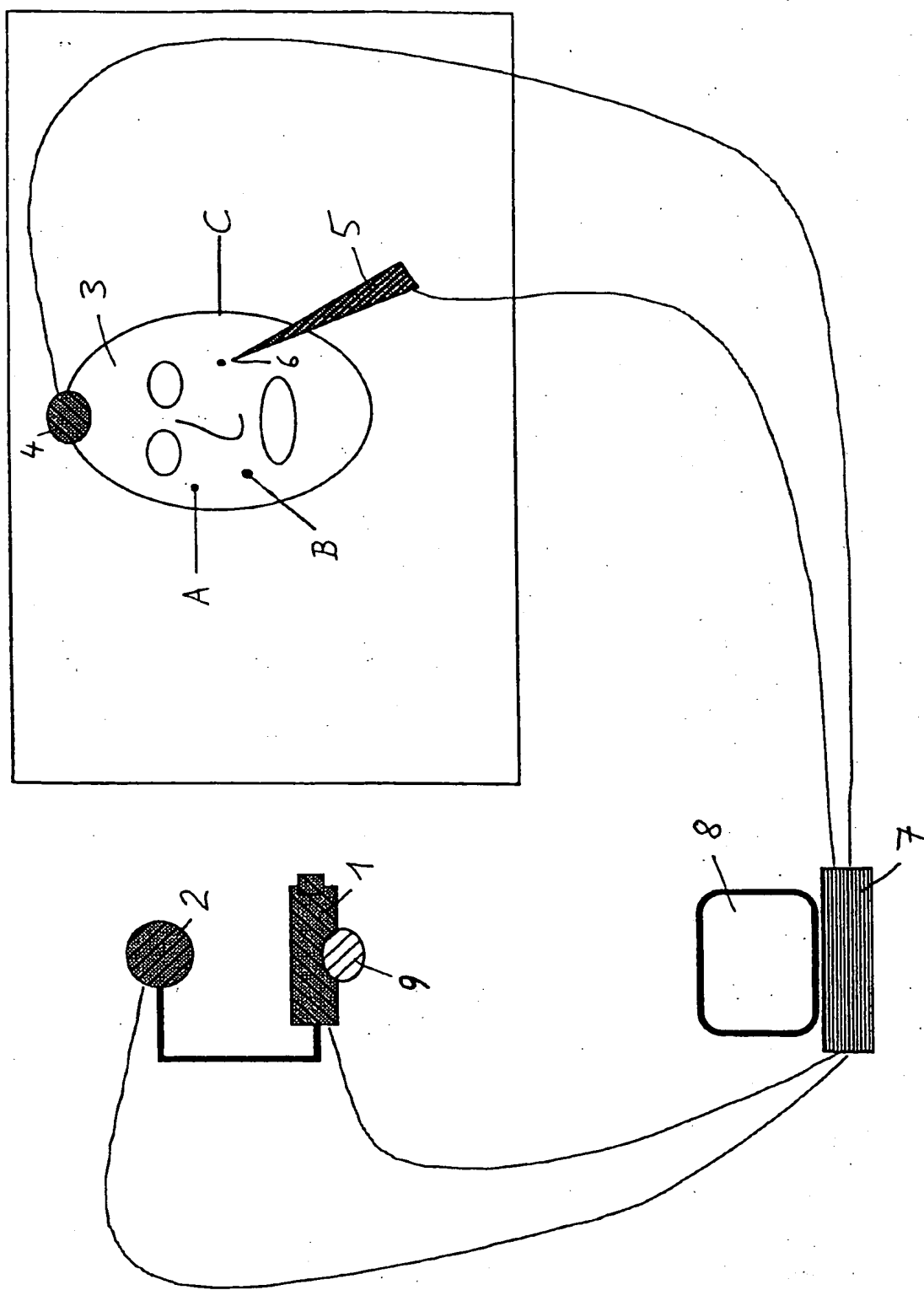


FIG. 1



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 91 89 0231

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X	FR-A-2 545 349 (DURET) * Seite 1, Zeile 29 - Seite 2, Zeile 13 * * Seite 3, Zeile 3 - Seite 5, Zeile 37 * * Seite 8, Zeile 23 - Seite 9, Zeile 1 * * Abbildungen 1-4,10 *	1,2,11	A61B5/11
A	---	3,5-7	
X	EP-A-0 119 660 (SNIJDER) * Seite 5, Zeile 4 - Seite 11, Zeile 27 * * Abbildungen 1-10 *	1,11	
A	---	2,3,5-7,12	
A	PROCEEDINGS OF THE ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE IEEE ENGINEERING IN MEDICINE AND BIOLOGY SOCIETY. Bd. 11, 1989, US Seiten 1445 - 1446; MAEKAWA ET AL.: 'Measurement of the upper limb motion by a magnetic sensor and its application to kinesiological studies.' * das ganze Dokument *	4,11,12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			A61B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchemant DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 27 FEBRUAR 1992	Prüfer CHEN A.H.
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.92 (P0400)



(19) European Patent Office

(11) Publication number: **0 488 987 A1**

(12) EUROPEAN PATENT APPLICATION

(21) Registration number: 91890231.3

(22) Date of filing: 01.10.91

(51) Int. Cl.<sup>5</sup> **A61B 5/11**

(30) Priority: 26.11.90 **AT 2397/90** 26.11.90 **AT 2398/90**

(43) Publication day of application:

**03.06.92 Patent Office Journal 92/23**

(84) Named contractual states:

**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE**

(71) Applicant: **Truppe, Michael, Dr. Adolfstorgasse A-1130 Vienna (AT)**

(72) Inventor: **Truppe, Michael, Dr. Adolfstorgasse A-1130 Vienna (AT)**

(74) Representative: **Kliment, Peter, Dipl.-Ing. Mag.-jur. Singerstrasse 8/3/8 A-1010 Vienna (AT)**

---

(54) Process for displaying movable bodies.

(57) The invention concerns a process for displaying movable bodies wherein an optical display of the body and a data field subordinated to the body are displayed simultaneously or alternately in real time. The procedure consists of the following stages:

- Providing an optical display system consisting of camera and monitor;
- Allocation of a spatial data field to the body located in a particular position;
- Continued recording of the spatial position of the body;
- Continued calculation of a display of the data fields, which corresponds to all given positions of the body;
- Simultaneous or alternating display of the optical image and the data field on the monitor.

The invention further involves a device to implement the procedure.

The invention concerns a procedure for the display of movable bodies.

In technology and medicine it is frequently necessary to enhance the optical display of objects with additional information or to combine different displays of an object with each other.

Thus, for example, when performing certain operations on the human body, standard practice requires comparing pre-operative images with intra-operative images. These images can be two-dimensional X-ray images, tomograms, ultrasound displays or NMRs.

In order to bring two such displays into agreement, it is now possible to identify a certain number of anatomically characteristic points and ascertain their coordinates in the two displays. This allows calculation of the six parameters of a solid body transformation, i.e. the three parameters of translation and three parameters of rotation, and also a scaling factor as appropriate. It is thus possible to rotate and display one of the two displays so that two pictures can be displayed from the same perspective and on the same scale. This process is known as "matching."

In order to simplify matching, it is suggested to place on the object to be investigated certain markings which are visible in both displays and are easily identifiable. These may be probes made of a suitable material, whose position on X-ray pictures can be readily ascertained. In the case of optical displays, these may be color markings on the surface of the skin. Here too, only an ex post display of two frames is possible.

In order to combine an optical display of an object with other displays – which, as mentioned above may be two-dimensional X-ray images, tomograms, ultrasound displays or NMRs or similar – it is first possible, in principle, to create and store a three-dimensional model of the surface of the body. This model can subsequently be matched in the above-mentioned fashion with the data of an NMR. This enables optical display of the body from any desired perspective and simultaneous insertion of data from tomography. The optical display is calculated from the model.

Such a procedure is extremely costly, since it requires a great deal of storage space, as well as large-scale computing capacity. In addition, real-time display is not possible.

From AT-B 384 544 a procedure is known for determining the position of body parts. Ultrasound sensors are used to determine the relevant position in order to ascertain the mobility of joints. However, this is a purely mathematical process which does not allow for any showing of images and hence cannot be displayed.

The same drawback applies also to the device described in DE-C 34 06 179.

US-A 4, 197,855 describes a device to measure the movement of a human lower jaw, where an angular permanent magnet is used to determine spatial position. Here too, no further imaging processing is envisaged.

From DE-A 38 07 578 a process is known for measuring individual points on a human head by means of video cameras. The points to be measured are pictured in a vertical image and recorded electronically together with reference points placed on the head. An optical display is not envisaged even for vertical frames. This is even more applicable to real-time display.

The object of the invention is to avoid these drawbacks and create a procedure which will make it possible, in a simple fashion, to combine optical displays with other data graphically and display them clearly.

In the procedure according to the invention, provision is made for an optical display of the body and a data field allocated to the body to be displayed simultaneously or alternately from the same perspective and to the same scale in real time. This means that the body can move freely in the image area. As it does so, it is displayed in real time, i.e. simultaneously, on a display device. A stored data field accompanies the movement of the body and can also be displayed. In this way a major degree of clarity is achieved.

The procedure according to the invention is preferentially carried out in the following steps:

- Preparing an optical imaging system consisting of a camera and a monitor;
- Allocating a spatial data field to a body located in a specific position;
- Continued recording of the spatial position of the body;
- Continued calculation of a display of the data field, which at any one time corresponds to the position of the body;
- Simultaneous or alternating display of the optical image and the data field on the monitor.

It is possible to use as data field the position of anatomically characteristic points, an X-ray tomograph, an NMR, an ultrasound image or similar.

The position of anatomically characteristic points can be recorded by means of a device such as a 3D digital stylus, i.e. a magnetic stylus. The tip of the stylus is used to mark the relevant points; at the same time, activation of the Enter key triggers the determination of the precise position. Obviously, only points on the surface of the body can be marked.

If points which lie inside the body, such as characteristic points of bones, are to be used as data points, these should be determined by a method such as stereophotometric measurement on X-ray images. An instance of the application of this approach would be the measuring of the movements of joints. To do this, two or more X-ray pictures of the corresponding limbs are first taken, using sensors placed on the surface of the skin. The focal planes of these pictures are preferably at right angles to each other, enabling the coordinates of characteristic points to be determined.

A preferential variant of the procedure involves a 3D sensor – preferably a magnetic sensor – which is securely connected to the body and records the position of the body, making it a simple matter to continuously determine the position of the body.

The data field does not, however, necessarily have to be restricted to the position of points of the body. An X-ray image can be used as a data field. The position of the image relative to the body is determined by a 3D sensor which is securely connected to the body during the X-ray imaging, with an additional such sensor being connected to the X-ray plate holder. The normal two-dimensional X-ray image is assigned to a plane outside the body, e.g. the plane in which the X-ray was located when the picture was taken. This X-ray image then represents the data field and it is possible to display the body of a patient with this X-ray picture in such a way as if there was a firm link between it and the X-ray picture.

It is similarly possible to use as data field an ultrasound display, whose position relative to the body is determined by having a 3D sensor, preferably a magnetic sensor, which during the exposure to ultrasound waves is securely connected to the body. Such a sensor consists of a

small magnet which enables not only its spatial position but also its relative position to be determined.

It is possible for the optical image to be superimposed with the display of the data field on the screen. At this point, it is possible for this data field to be inserted in the optical display. However, it is also possible to toggle between the optical display and the data display. This offers the user diverse options so as to have both a graphic display and also an optimum basis for exactly measuring body parts.

It is particularly advantageous if the optical image and the display of the data field on the screen are displayed in different windows. The user can move, superimpose, zoom, or blank out these windows in the known fashion.

In a particularly favorable embodiment of the procedure according to the invention, it would be possible for part of the displayable data field to consist of an imaginary axis selected arbitrarily and for this axis to be obtained by the following steps:

- Displaying the body as a vertical image in at least two positions;
- Providing the possibility of the user drawing the image of the axis into the vertical images;
- Calculating the spatial position of the axis;
- Joint display of the axis together with the moving bodies displayed in real time.

If, for example, the axis of the femur is to be inserted into the image of a human thigh, the following procedure will be followed: First the position sensor is stuck to a part of the skin which is influenced as little as possible by movements of soft parts. Frames are then taken using the video camera and displayed simultaneously or consecutively on the screen. Because of the position sensor, when doing this the position of the body part is known at the time that the picture was taken. The user can then use the mouse to draw an axis into each individual shot. For the computer, this constitutes the projection onto the focal plane of an axis located in the three-dimensional space. If this axis has been displayed in two different views, e.g. a front view and a side view, the spatial position can then be determined.

In this context, it has proven to be advantageous for some four individual shots to be displayed side by side, each in a window of its own. The user takes each of these images and uses them to enter or modify the axis. Once the spatial position of the axis can be determined, this is also calculated and displayed for the other images. This makes possible accurate control of input.

It is similarly possible for part of the displayable data field to consist of a system of coordinates which can be chosen arbitrarily, their axes being obtained in the fashion described above. After the spatial determination of an axis of an orthogonal system of coordinates, only one additional axis must be plotted in an image in order to define the position.

After input, the program calculates the position of the axis or axes relative to the position sensor so that it is able to insert these axes into every display of the body part, in order for these to move in step with the body part.

The inserted axes or the system of coordinates can independently display the data field as defined in the invention, or can be displayed in addition to an X-ray tomograph or similar.

The invention further concerns a device for the display of movable bodies. According to the invention, this device consists of:

- a camera;
- a monitor;
- a position sensor which is securely connected to the body to be displayed and enables the relevant position on the body to be determined;
- means which enable either simultaneous or alternating display of the optical image and data field on the monitor.

These above-mentioned means are generally a computer which performs the requisite calculations. These calculations must take account of the spatial distance between the focus of the camera optics and the starting point of the field used for the position sensor, i.e. the magnetic field generated by a magnetic field emitter. The calculation also includes the relative position of the points of the data field relative to the position sensor. However, in performing these calculations the computer can be replaced by an appropriately programmed microprocessor.

A particularly simply and easy-to-achieve embodiment of the invention can be realized by using a monitor as a PC screen, the camera being connected to the video input and the data field being input into another input or port. In this setup, the data stream resulting from the picture of the optical images completely bypasses the computer and therefore does not tie up its processing capacity. As a result, all of its computing power is available for additional display of the data field.

The invention is described below in greater detail by means of an embodiment shown in the figure.

A video camera 1 is securely connected to a magnetic field emitter 2. This magnetic field emitter 2 consists primarily of a coil which is connected to an electrical circuit and generates a magnetic field. A magnetic sensor 4 is located at the patient's head 3. This magnetic sensor also consists of coils in which the field generated by the magnetic field emitter 2 induces currents. By measuring these currents, it is possible to precisely determine the position of the magnetic sensor 4 to within around one millimeter.

The magnetic stylus 5 is used to mark three measurement points A, B, and C. As in the magnetic sensor 4, coils are fitted on the magnetic stylus 5 for position-recognition purposes. The marking is carried out by the tip 6 of the magnetic stylus being placed on the appropriate point and a release button then being activated. The computer stores the transient position of the tip 6 as a data point. The head 3 is displayed together with the data points A, B, and C on the monitor 8 of the computer 7. This makes it possible to display these data points, even if they would not be visible as real points because they are on the side of the head which is turned away from the camera. The position of other concealed points can also be displayed by means of this method. Thus the magnetic stylus 5 can be used to mark the position of a specific tooth which can be localized when the patient's mouth is closed. If this tooth is in the lower set, the position of the lower jaw must, however, also be recorded. This is made possible by applying another sensor (not shown).

If an additional magnetic sensor 9 is applied on camera 1, it is not necessary for there to be a rigid link between camera 1 and magnetic field emitter 2. The computer 7 will then take account of the variable displacement between camera 1 and magnetic field emitter 2.

### **Patent claims**

1. Procedure for displaying movable bodies, in which a visual display of the body and a data field assigned to the body can be shown simultaneously or alternately in real time, from the same perspective and to the same scale.
2. Procedure for displaying movable bodies, consisting of the following steps:
  - Preparing an optical imaging system consisting of camera and monitor;
  - Allocating a spatial data field to a body located in a specific position;
  - Continued recording of the spatial position of the body;
  - Continued calculation of a display of the data field, which at any one time corresponds to the position of the body;
  - Simultaneous or alternating display of the optical image and the data field on the monitor.
3. Procedure for display of a human or animal body according to either of Claims 1 or 2, wherein the data field used consists of the position of anatomically characteristic point, an X-ray tomograph, NMR, ultrasound display, or similar.
4. Procedure according to any of Claims 1 through 3, wherein, in order to record the position of the body, use is made of a 3D sensor, preferentially a magnetic sensor, which is securely connected to the body.
5. Procedure according to Claim 4, wherein the data field used consists of an X-ray image, whose position to the body is determined by the fact that during the X-ray picture a 3D sensor is securely connected to the body and another such sensor is connected to the X-ray plate holder.
6. Procedure according to Claim 4, wherein the data field used consists of an ultrasound display, whose position to the body is determined by the fact that during the X-ray picture a 3D sensor is securely connected to the body and another such sensor is connected to the X-ray plate holder.

7. Procedure according to any of Claims 1 through 6, wherein the optical image is superimposed with the data field on the screen.
8. Procedure according to any of Claims 1 through 6, wherein the optical image and the display of the data field on the screen are shown in different windows.
9. Procedure according to any of Claims 1 through 6, wherein part of the displayable data field consists of an imaginary axis selected arbitrarily, this axis being obtained by the following steps:
  - Displaying the body as a vertical image in at least two positions;
  - Providing the possibility of the user drawing the image of the axis into the vertical images;
  - Calculating the spatial position of the axis;
  - Joint display of the axis together with the body displayed moving (?) in real time.
10. Procedure according to Claim 9, wherein part of the displayable data field consists of a system of coordinates selected arbitrarily, whose axes are obtained in the fashion defined in Claim 9.
11. Device for displaying movable bodies, consisting of:
  - a camera (1);
  - a monitor (8);
  - a position sensor (4) which is securely connected to the body (3) to be displayed and enables the relevant position of the body (3) to be determined;
  - means which enable the optical image and data field to be displayed on the monitor (8) either simultaneously or alternately.
12. Device according to Claim 11, wherein the screen of a personal computer (7) is used as monitor, the camera (1) being connected to the video input and the data field being input via the personal computer (7) into another input or port.